

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Sähkötekniikan koulutusohjelma
Sähkövoimatekniikka

Tutkintotyö

Tommi Niemi

M/S KAJAVAN PÄÄKESKUKSEN MUUTOSTYÖ JA GENERAATTOREIDEN VAIHTO

Työn ohjaaja
Työn teettäjä
Tampere 2006-2007

Lehtori Eerik Mäkinen
AB-Marinel Oy, Markku Saarinen

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Sähkötekniikka

Sähkövoimatekniikka

Tommi Niemi	M/S Kajavan pääkeskuksen muutostyö ja generaattoreiden vaihto
Laajuus:	37 sivua + 19 liitesivua
Ohjaaja:	Eerik Mäkinen
Työn teettäjä:	AB-Marinel Oy, Markku Saarinen
Vuosi:	2006-2007

Hakusanat:

Dieselgeneraattori

Generaattorin suojaus

TIIVISTELMÄ

Merivoimien koulutusalus Kajavan vanhat dieselgeneraattorit olivat ikääntyneet ja aluksen nykyiseen sähköntarpeeseen liian pienitehoiset. Uudet dieselgeneraattorit ovat vanhoja generaattoreita sen verran suurempia tehoiltaan, että generaattoreiden vaihto vaati pääsähkökeskuksen muutoksen.

Työn tarkoituksena oli suunnitella ja toteuttaa *generaattoreiden* vaihdon vaatima pääsähkökeskuksen muutostyö. Työ tuli tehdä merivoimien alusten vahvavirtamääräyksiä ja luokituslaitos Det Norske Veritasin sähkömääräyksiä noudattaen. Pääsähkökeskusta muutettaessa haluttiin samalla uudenaikaistaa generaattorisuojat. Tämä toteutettiin vaihtamalla vanhat generaattorisuojat nykyaikaisiin tietokoneella ohjelmoitaviin suojiin.

Generaattorisuojien tarkoituksena on suojata generaattoreita ylikuormitukselta, oikosululta, takateholta ja alijännitteeltä.

TAMPERE POLYTECHNIC

Department of Electrical Engineering

Electric power engineering

Tommi Niemi	M/S Kajava's main switchboard readjustment work and change of the diesel generators
RSc thesis:	37 pages + 19 enclosures
Supervisor:	Eerik Mäkinen
Commissioned by:	AB-Marinel Oy, Markku Saarinen
Year:	2006

Keywords:

Generator

Generator protection

ABSTRACT

Navy's training vessel Kajava had old diesel generators that were too small for vessels current electricity need. These diesel generators had to be replaced. New generators were more efficiency than the old ones and therefore main switchboard had to be readjusted.

The purpose of this diploma work was to plan and execute main switchboards readjustment work. Work had to be done by following Navy vessels high-intensity current regulations and classification society's Det Norske Veritas electricity regulations. While readjusting the main switchboard we replaced also the generator casings. This was executed by changing old generator casings to modern computer programmable casings.

Generator casing protects generator from overload, short circuit, regenerative and under voltage.

ALKUSANAT

Työn tarkoituksena oli suunnitella ja toteuttaa merivoimien koulutusalus Kajavan pääsähkökeskuksen muutostyö. Muutostyö oli väistämätön, koska Kajavan vanhat dieselgeneraattorit vaihdettiin uusiin ja samalla generaattoreiden tehoa lisättiin. Sähköpääkeskuksen muutostyö käsitti keskuksen generaattoreihin liittyvien toimintojen ja komponenttien muutoksen. Asennustyö tehtiin Upinniemessä merivoimien alueella. Haluan kiittää työstä Markku Saarista, sekä asentaja Pertti Virtasta, jonka kansa asennustyö suoritettiin.

Tampereella 25. helmikuuta 2007

Tommi Niemi

SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO	6
2 YLEISTÄ	7
2.1 Generaattorien suojaus	7
2.2 Järjestelmän suojaus	8
2.3 Valvonta- ja ohjausjärjestelmä	9
3 KÄYTÖSSÄ OLLUT TEKNIikka	11
4 TOTEUTUS	13
4.1 Suunnittelu	16
4.2 Asennus	17
5 SÄHKÖPIIRUSTUKSET	19
6 KÄYTTÖÖNOTTO	26
6.1 Testaus.....	26
6.2 Laiturikokeet	27
6.3 Käytön opastus	32
LÄHTEET.....	37
LIITTEET.....	37

1 JOHDANTO

Työssä oli tarkoituksena suunnitella ja toteuttaa merivoimien koulutusalus Kajavan pääsähkökeskuksen muutostyö dieselgeneraattoreiden vaihdon vuoksi. Kajava-aluksen vanhat dieselgeneraattorit olivat ikääntyneet ja ne olivat aluksen nykyiseen sähköntarpeeseen hieman liian pienitehoiset. Uudet dieselgeneraattorit olivat sen verran vanhoja suuritehoisempia, että generaattorien katkaisijat ja muu niihin liittyvä vanha tekniikka jouduttiin samalla uusimaan.

2 YLEISTÄ

Generaattorit pitää suojata asianmukaisilla suojalaitteilla. Generaattoreita täytyy suojata muun muassa ylivirroilta ja rinnakkain käyvät generaattorit takateholta. Generaattoreiden suojaukseen on useita eri menetelmiä. Tässä projektissa suojalaitteeksi valittiin tietokoneella ohjelmoitava mikroprosessoripohjainen Deifin valmistama suojalaite. Suojalaitteessa ovat kaikki generaattorin ja myös dieselmoottorin suojaamiseen tarvittavat järjestelmät.

2.1 Generaattorien suojaus

Rinnakkain käyttöön tarkoitetuilla generaattoreilla täytyy olla ainakin seuraavat suojaukset: ylikuormitussuoja, oikosulkusuoja, takatehosuoja ja alijännitesuoja. /1/

Generaattorit täytyy varustaa tehokatkaisijalla, kytkinvarokkeella tai kytkimellä. Kytkimen käyttö edellyttää, että jokaisessa vaiheessa on generaattorin puolella sulakkeet. Sulakkeiden nimellisvirrat saavat olla maksimissaan 125 % generaattorin nimellisvirrasta. Tehokatkaisijaa käytettäessä on ylivirta-asettelun oltava 110 % ... 125 % generaattorin nimellisvirrasta. Aikaviiveen ylivirralla on oltava 20 s ... 120 s. Oikosulkuasettelun on oltava pienempi kuin generaattorin jatkuva oikosulkuvirta. Aikaviiveen oikosululle on oltava 0,5 s ... 1 s. /1/

Toinen tapa suojata generaattori ylivirralla on mitata esimerkiksi generaattorin yllilämpöä ja yhdistää se tehoreleisiin, edellyttäen, että generaattorin kaapelit ovat riittävästi suojatut. /2/

Generaattorit, joiden teho on 1500 kVA tai yli ja myös kaikki korkeajännitegeneraattorit, tulee varustaa sopivalla suojauksella. Generaattorikatkaisija avautuu, jos generaattorissa tai generaattorin syöttökaapelissa tulee oikosulku. Hätägeneraattorit ovat tämän vaatimuksen ulkopuolella. /2/

Jokainen rinnakkain toimiva generaattori tulisi suojata takatehoreleellä. Takateho- ja takavirtasuojan on toimittava maksimissaan 15 %:lla nimellistehosta, jos generaattoria pyörittää mäntämoottori. Tällöin aikaviiveen tulisi olla 3 s ... 10 s. Laukeamisteho ei saa poiketa asetusarvostaan 50 %:a enempää jännitteen laskiessa 60 %:iin nimellisestä. /2/

Oikosulku-, ylivirta- ja takatehosuojan toimintojen tulee olla sellaisia, että kytkentä voidaan tehdä uudelleen 30 sekunnissa, edellyttäen, että jännite ja taajuus ovat 85 % ... 110 % nimellisjännitteestä. /1/

Alijännitesuojan tehtävänä on estää generaattoreiden kytketyminen kiskostoon ennen kuin niiden jännite on tasaantunut ja saavuttanut vähintään 80 % nimellisestä jännitteestä. Alijännitesuojan tulee irrottaa generaattori verkosta jännitteen laskiessa 70 %:iin nimellisestä. Alijännitesuojan tulee toimia välittömästi kytkettäessä generaattoria verkkoon, kunnes yllä mainittu minimijännitteen raja saavutetaan. Jännitteen laskiessa alle sallitun tulee alijännitesuojan toimia viiveellä irrottaessaan generaattoria verkosta. /1/

2.2 Järjestelmän suojaus

Virranjakelun rajoittaminen tai muu vastaava järjestely tulisi varustaa generaattorin suojauksella jatkuvaa ylikuormitusta vastaan. Virranjakelujärjestelmissä, jotka toimivat erilaisissa järjestelmäkokoonpanoissa, tulisi virranjakelun rajoittaminen järjestää niin, että välttämätön verkon suojaus toimii kaikissa järjestelmän kokoonpanoissa. Ylikuormituksen suojaus voidaan järjestää kuormituksen muutoksella tai toisarvoisen kuorman pois pudottamisella. /2,s.22/ Generaattorin katkaisijan tulisi olla varustettu aikaviiveellä, joka sallisi lyhytaikaisen ylikuormituksen. /2,s.24/ Aluksen sähköpäätauluun on mahdollista kytkeä useita sähkönlähteitä. Tällöin täytyy jokaiselle mahdolliselle sähkönlähteelle rakentaa erillinen lukitus. Tällä lukituksella estetään turha, samanaikainen rinnankytkentä.

2.3 Valvonta- ja ohjausjärjestelmä

Varajärjestelmän tulisi olla varustettu akuilla tai keskeytymättömällä virransyötöllä. Lisäksi järjestelmän tulisi toimia black-out -tilanteessa. Black-out -tilanne tarkoittaa laivassa sähkökatkosta.

Sähkönsyöttö ohjausvirtapiirille, generaattorikatkaisijoille ja generaattorisuojaukseen tulisi haaroittaa päävirtapiiristä. Varmistusvirtapiirit ja suojalaitteet tulisi järjestää siten, että generaattorikatkaisija ei olisi riippuvainen ulkopuolisista virtalähteistä.

Stand-by- generaattori ei saa kytkeytyä sähkökatkoksen aikana hallitsemattomasti jännitteistä virtakiskoa vasten. /2,s.24/ Stand-by tarkoittaa, että laitteisto on valmiustilassa. Stand-by -generaattorilla tarkoitetaan sellaista generaattoria, joka automaattisesti käynnistyy ja alkaa syöttää verkkoon tehoa. Jos tulee esimerkiksi jostain syystä black-out -tilanne tai kuormitus nousee niin suureksi, että yksi generaattori ei pysty tuottamaan tarvittavaa sähkötehoa, käynnistyy stand-by -generaattori automaattisesti ja kytkeytyy verkkoon.

Tässä aluksessa automaattinen tahdistus on todettu turhaksi, joten generaattorin tahdistus tapahtuu manuaalisesti. Stand-by -generaattori kytkeytyy verkkoon automaattisesti tässä tapauksessa vain black-out -tilanteessa.

Missä tahansa generaattorikatkaisijan toiminta-asennossa tulisi järjestelmästä näkyä seuraavat tiedot seurantalaitteista:

- generaattorikatkaisijan kiinni-auki-tieto
- generaattorin teho (kW), jos generaattori on rinnakkaisessa käytössä
- generaattorin virta
- generaattorin jännite
- generaattorin taajuus
- virtakiskon jännite
- virtakiskon taajuus

Jokainen generaattori, joka on tarkoitettu rinnakkaiskäyttöön, tulisi voida synkronoida. Rinnakkaiskäyttöön tarkoitettu generaattori tulisi myös voida synkronoida virtakiskoon synkronointilaitteella, joka on itsenäinen kaikista muista ohjaustaulun osioista. /2, s26/

2.3 Rinnakkain tuleva syöttö

Sähkökeskus, jota voi syöttää kaksi tai useampi sähkönlähdettä, tulee varustaa lukituksilla. Näillä lukituksilla pystytään estämään se, etteivät eri sähkönlähteet tahattomasti pysty syöttämään sähköä samanaikaisesti sähkökeskukseen. Sähkökeskuksesta tulisi myös käydä ilmi, mistä sähkönsyötöstä virta tulee keskukseen. /2, s27/

3 KÄYTÖSSÄ OLLUT TEKNIikka

Aluksen vanhat generaattorit olivat liian pienitehoiset nykyiseen sähköntarpeeseen. Usein normaaleissa olosuhteissa jouduttiin käynnistämään toinen dieselgeneraattori ja tahdistamaan se toisen rinnalle tarvittavan tehontarpeen saamiseksi. Vanhat dieselgeneraattorit, jotka näkyvät kuvassa 1, olivat myös ikääntyneet ja uusien hankinta olisi myös tämän asian suhteen ollut ajankohtaista. Vanhat syöttökaapelit olivat 16m² ja ne olivat liian pienikokoiset uusien generaattorien sähkönsyötöksi.



Kuva 1 Aluksen vanhat dieselgeneraattorit

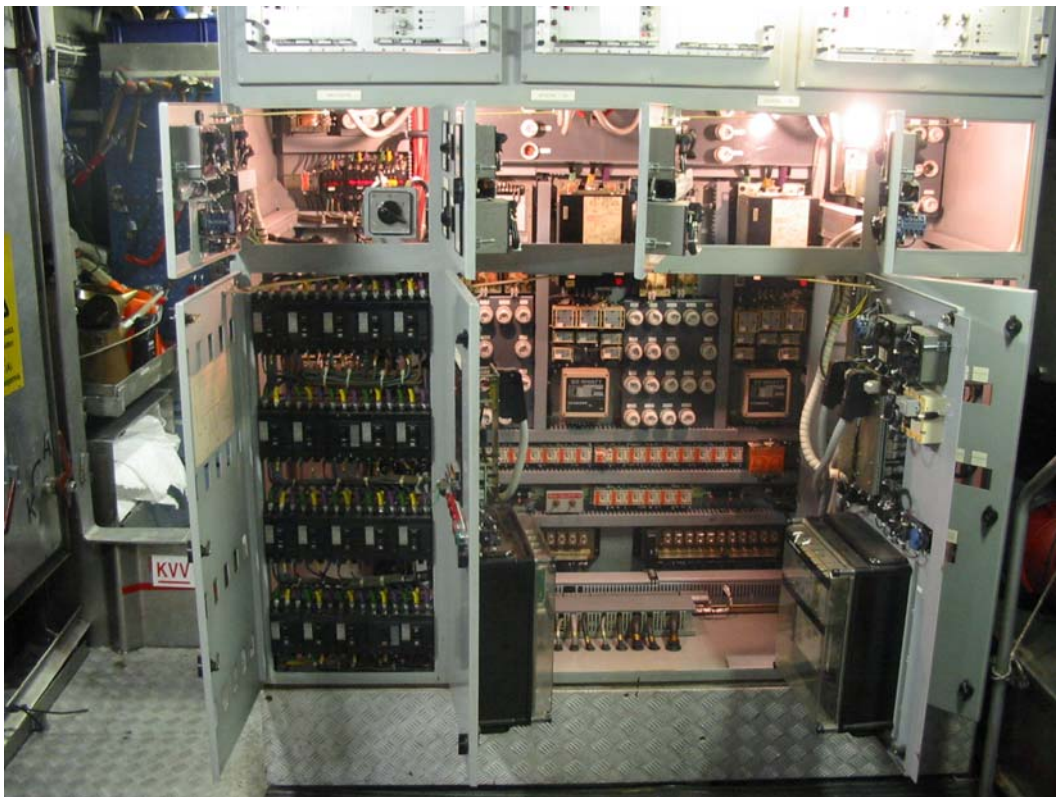
Vanhojen generaattorikatkaisijoiden nimellisvirta-arvo oli 50 A (katso kuva 2). Sen vuoksi nekin jouduttiin vaihtamaan uusiin, koska uusien generaattorien nimellisvirta-arvot ovat 64 A. Vanhat generaattorisuojat olivat vanhanaikaiset ja ne haluttiin vaihtaa samalla uudenaikaisempiin.



Kuva 2 Vanha generaattorikatkaisija

4 TOTEUTUS

Työn toteutus aloitettiin katselmuksella merivoimien sotasatamassa Upinniemessä, jossa kirjattiin tietoja generaattoreista ja pääsähkökeskuksen komponenteista. Tällöin selvitettiin, mitä vanhoja komponentteja voitaisiin käyttää hyväksi ja mitä joudutaan uusimaan. Kuvassa 3 on valokuva laivan pääsähkökeskusta ennen muutostöitä. Sähköpääkeskuksen kentässä 2 ja 3 näkyvät alhaalla ovissa ja ylhäällä paneeleissa vanhat Neselcon generaattorisuojat osittain.

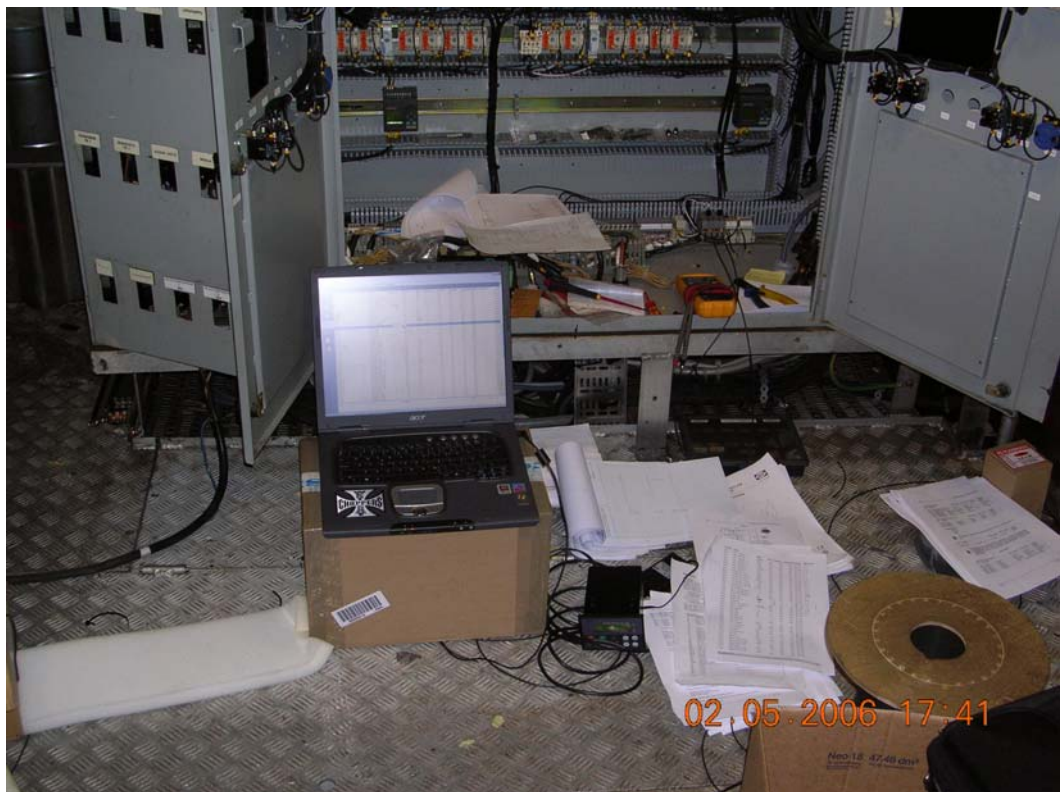


Kuva 3 Sähköpäätaulu ennen muutostöitä

Generaattorien tehon kasvun vuoksi jouduttiin uusimaan eräitä laitteita uusiin tehonkestoltaan suurempiin komponentteihin. Generaattorikatkaisijat jouduttiin vaihtamaan uusiin. Samoin kaikki tehomittarit ja virtamuuntajat jouduttiin uusimaan. Generaattorisuojiksi valittiin mikroprosessoripohjaiset Deif GC-1-suojat. Koska muutostyö jouduttiin tekemään, haluttiin se myös toteuttaa nykyaikaisilla komponenteilla. Vanhat generaattorisuojat olisi mahdollisesti voinut vielä hyödyntää vaihtamalla niihin uusia relekortteja.

[illegible]

Uusien generaattorisuojien käyttöliittymä on osittain PC-pohjainen. Asennusvaiheessa ohjelmointi tapahtui kannettavalla tietokoneella ja Deif GC-1:n PC -ohjelmointipalikan välityksellä. Kuvassa 4. näkyy PC, Deif GC-1 ja ohjelmointipalikka. Vertaamalla kuvaa 3 ja kuvaa 4 keskenään pystyy hyvin näkemään tekniikan kehittymisen myös generaattorisuojissa. Uusi generaattorisuoja on kooltaan vain murto-osa vanhoihin verrattuna. Teknisiltä ominaisuuksiltaan uusi generaattorisuoja on huomattavasti monipuolisempi, koska parametreja voidaan muuttaa tietokoneella.



Kuva 4 Uusien generaattorisuojien ohjelmointia sähköpääkeskuksen edessä

Ohjelmointivaiheessa tuotti suuria vaikeuksia saada eräitä vikatilanteita vaikuttamaan tiettyihin ulostuloreleisiin, esimerkiksi toisarvoisen kuorman laukeamisesta tulevaa hälytystä. Sen vuoksi ohjelmointi jouduttiin tekemään kuvan 4 mukaisesti päätaulun vieressä, koska osa parametreista jouduttiin vaihtamaan usein. Lopulliset parametrit on liitteessä 3.

4.1 Suunnittelu

Aluksen pääsähkönjakelujärjestelmässä tulee olla kapasiteettia niin paljon, että se pystyy ylläpitämään kaikkia aluksen perustoimintoja. /2/ Perustoiminnot ovat sellaisia, joita aluksessa normaalin käytön aikana käytetään ja tarvitaan.

Häiriö yksittäisessä virtapiirissä tai virtakiskon osassa ei saisi vaarantaa aluksen ohjattavuuden kannalta oleellisia toimintoja. Häiriö ei myöskään saisi aiheuttaa pitkäaikaista katkosta tärkeisiin toimintoihin. /2/ Tärkeitä toimintoja ovat muun muassa palojärjestelmät ja tyhjennysjärjestelmät.

Generaattoriyksiköt tulisi yhdistää keskuksen omina yksiköinä, eli niillä tulisi olla oma automaattinen käynnistys ja kytkentä. Generaattoreiden välinen käynnistys, pysäytys ja käyttö voi olla automatisoitu. Valvomattomasti toimittaessa automatisoidun järjestelmän seuraavien väylien tulisi olla pysyvästi miehitetyssä tilassa, tai niiden tulisi olla yhteydessä päähälytysjärjestelmään:

- sähkökatko ohjausjärjestelmässä
- häiriö pääkoneen käynnistyksessä
- korkea ja matala taajuus
- korkea- ja matalajännite
- liiallinen prosentuaalinen eroavuus generaattorien kuormituksessa /2/

Valvomattomasti toimivalla tilanteella tarkoitetaan sellaista tilannetta, että ihminen ei seuraa tilannetta, eli tässä tapauksessa aluksessa on normaalisti miehittämätön konehuone ja generaattorin valvonta on sijoitettu sähköpäätauluun. Valvonta on kytketty niin sanottuna summahälytyksenä päähälytysyksikköön. Häiriötilanteessa generaattorisuoja antaa summahälytyksen päähälytysyksikköön, ja se hälyttää aluksen ohjaamossa, joka on pysyvästi miehitetty tila.

4.2 Asennus

Generaattorien vaihdon vaatima asennustyö tehtiin merivoimien vahvavirtamääräysten ja Det Norske Veritasin sähkömääräyksien ja ohjeiden mukaisesti.

Kaikkien laivassa käytettävien kaapelien tulee olla itsestään sammuvia ja vähähalogeenisia kaapeleita, jotka eivät muodosta savua tai myrkyllisiä kaasuja. Erittäin tärkeissä järjestelmissä, kuten palohälytyksessä, täytyy käyttää palamattomia laivakaapeleita. Kajava-alus on alun perin rakennettu käyttämällä Flame Retardant -tyyppisiä laiva-asennuskaapeleita, joten tämä kaapelityyppi tulee hyväksyä edelleen. Uusissa aluksissa tätä kaapelityyppiä ei hyväksytä.

Kaapeliradat tulee sijoittaa siten, että niiden luokse pääsee myös jälkeenpäin ja että ne eivät ole kuumien esineiden vieressä. Kaapelit on kiinnitettävä tukevasti, paitsi putkeen asennettuina. Kaapeliradassa, joka ei ole ns. kantava rata, kaapelin kiinnitysvälin tulee olla 300 mm. Tämä koskee kaapeleita, joissa ei ole armeerausta ja joiden halkaisija on 8 mm...30 mm. Kantavalla radalla kaapelin kiinnityspisteiden väli saa olla kolminkertainen verrattuna ei-kantavaan rataan. Kaapelikiinnikkeiden tulee olla palamattomia. /1/

Kaikkien alukseen asennettavien sähkökalusteiden tulee olla laivakäyttöön suunniteltuja ja luokituslaitoksen hyväksymiä.

Laivoissa kaapeliläpivientien täytyy olla myös yhtä tiiviitä kuin koko laipio. Kuvassa 3 on esitetty tyypillinen laivoissa käytettävä kaapeliläpivienti. Kyseinen läpivienti on palo-, vesi- ja kaasutiivis. Kuva 5 on Kajavan laipiosta, joka sijaitsee peräsinkonehuoneen ja koneverstaan välissä. Dieselgeneraattorit sijaitsevat peräsinkonehuoneessa. Läpiviennistä menevät kaikki peräsinkonehuoneeseen menevät kaapelit mukaan luettuna generaattorin kaapelit.

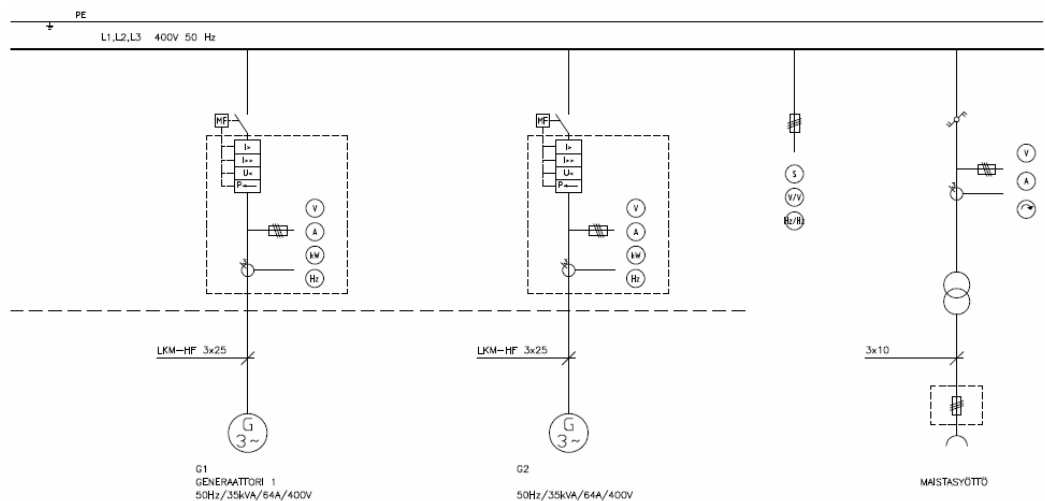


Kuva 5 Kaapeliläpivienti

5 SÄHKÖPIIRUSTUKSET

Pääsähkökeskuksen sähköpiirustukset on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 1.

Kajavan sähkösyötön periaate on esitetty alapuolella kuvassa 6. Siitä nähdään, että aluksen sähköverkkoon voidaan syöttää sähköä kolmesta eri energialähteestä. Aluksessa on kaksi omaa dieselgeneraattoria, joita voidaan ajaa myös rinnakkain. Aluksessa on myös maistasyötön mahdollisuus, nimellisvirraltaan 63 A. Kumpaakaan generaattoria ei voida kytkeä rinnakkain maistasyötön kanssa. Maistasyötöllä tarkoitetaan sitä, että aluksen ollessa kiinni rannassa voidaan rannasta syöttää alukseen sähkötehoa.

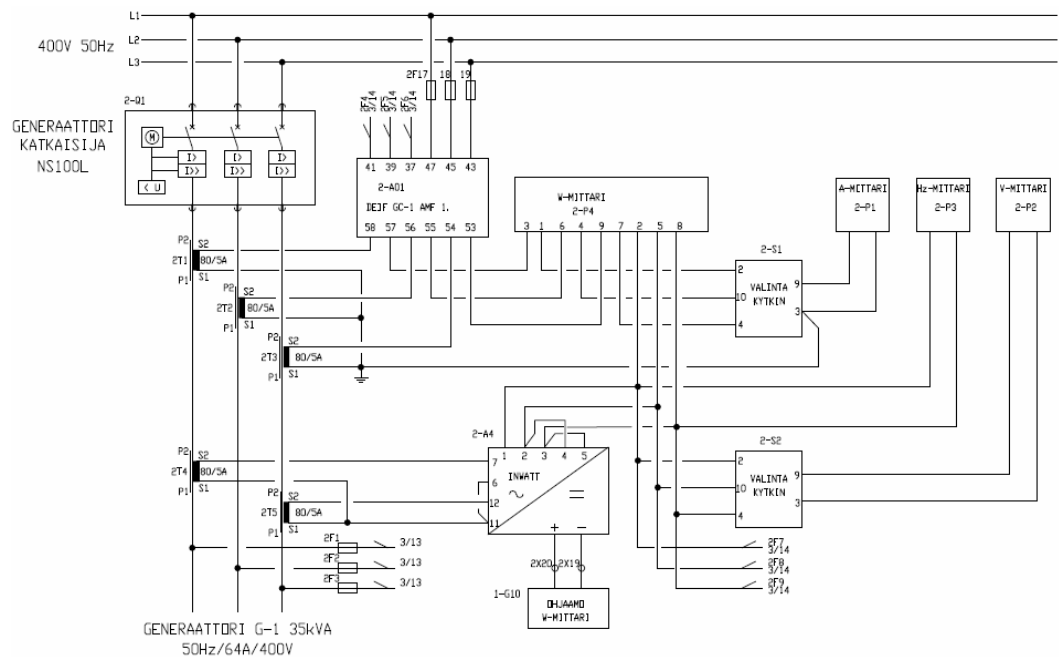


Kuva 6 Kajavan sähkösyötön periaatekaavio

Virtamittaus (kuva 7) otetaan virtamuuntajien 2T1...2T3 ja 3T1...3T3 kautta generaattorisuojille 2-A01 ja 3-A01 ja tehomittareille 2-P4 ja 3-P4, mistä virtamittaus on kytketty ampeerimittareille 2-P1 ja 3-P1 vaihevalintakytkimien 2-S1 ja 3-S1 kautta. Generaattorisuojille tarvitaan jännitemittaus sekä generaattoreilta että pääkiskostosta. Pääkiskoston jännitemittaus otetaan sulakkeiden 2F17...2F19 ja 3F17...3F19 kautta. Generaattoreiden jännitemittaus otetaan sähköpiirustusten sivulla kolme olevien sulakkeiden 2F4...2F6 ja 3F4...3F6 kautta generaattorisuojille. Sulakkeiden 2F7...2F9 ja 3F7...3F9 kautta saadaan jännitemittaus sähköpäätaulun tehomittareille 2-P4 ja 3-P4, taajuusmittareille 2-P3

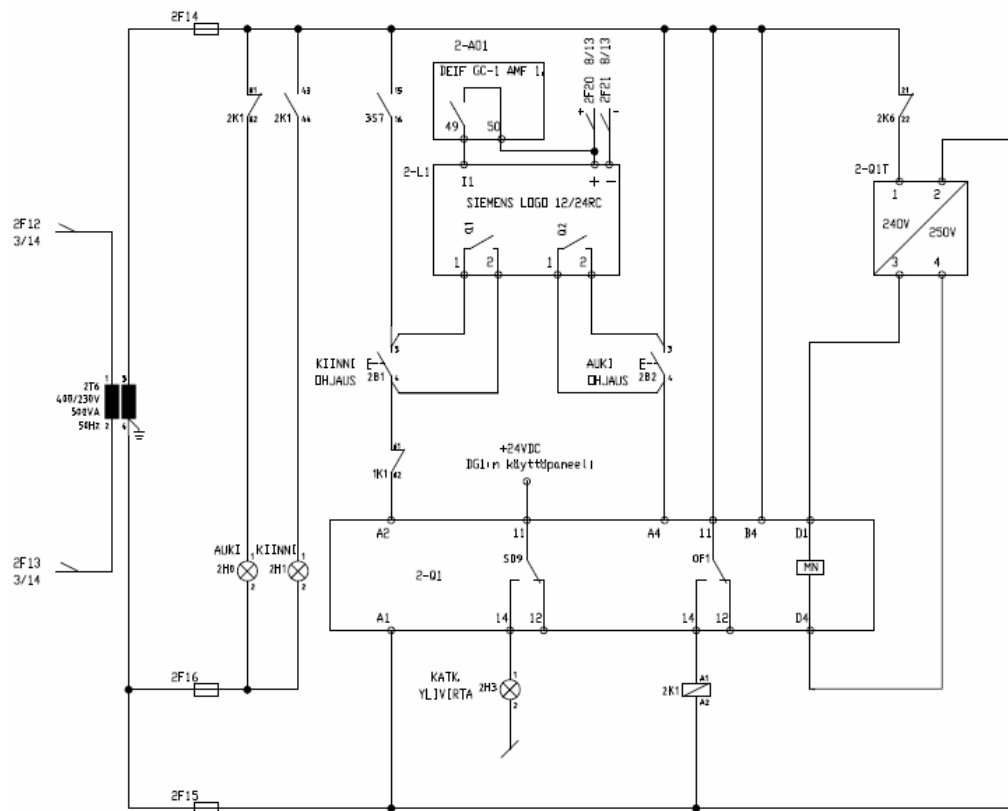
ja 3-P3 sekä jännitemittareille 2-P2 ja 3-P2 vaihevalintakytkimien 2-S2 ja 3-S2 kautta.

Ohjaamon tehomittareille täytyy viedä 0...10 VDC:n jännitetieto. Se saadaan inwatt-muuntimien 2A4 ja 3A4 kautta. Inwatt-muuntimet saavat virtamittaustietonsa virtamuuntajien 2T4 ja 2T5 sekä 3T4 ja 3T5 kautta. Jännitemittaus otetaan inwatt-muuntimille sulakkeilta 2F7...2F9 ja 3F7...3F9.



Kuva 7 Pääsähkökeskuksen sähköpiirustus mittauksista

Ohjausjännite otetaan sulakkeilta 2F12 ja 2F13 sekä 3F2 ja 3F13, joista jännite muunnetaan 400 voltista 230 volttiin muuntajilla 2T6 ja 3T6. Katkaisijoita voidaan ohjata kun valintakytkimestä 3S7 on valittu generaattori 1 tai generaattori 2 sen mukaan kumpaa katkaisijaa halutaan ohjata. Valintakytkimen ollessa generaattorin 1 asennossa voidaan katkaisijaa ohjata kiinni-painonapista 2B1 tai vaihtoehtoisesti generaattorisuojan 2-A01 GB-painikkeesta, jolloin 49-50:n kärki sulkeutuu (katso kuva 8).

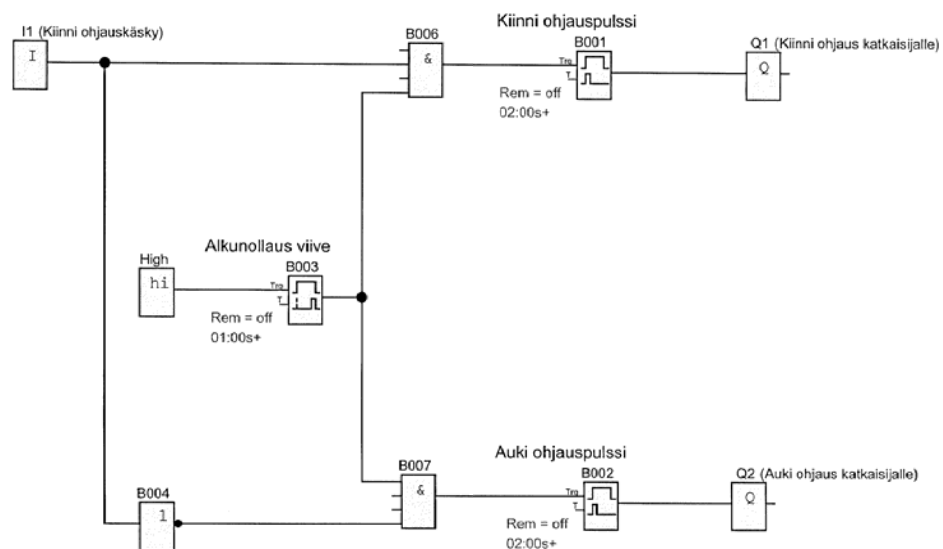


Kuva 8 Sähköpiirustus generaattorikatkaisijan ohjauksesta

Generaattorikatkaisijaa tulisi ohjata generaattorisuojan GB-painikkeesta. Mikäli generaattorikatkaisijaa ohjataan 2B1-painikkeesta, generaattorin suojatoiminnot eivät aktivoidu toimintaan. Generaattorikatkaisijaa 2-Q1 ohjattaessa kiinni generaattorisuojan painikkeesta GB suojan sisäinen kosketin sulkeutuu ja tämä antaa Siemensin logiikan 2-L1 sisääntulolle arvon 1. Siemensin LOGO-logiikkaan 2-L1 on ohjelmoitu kuvan 9 mukainen ohjelma.

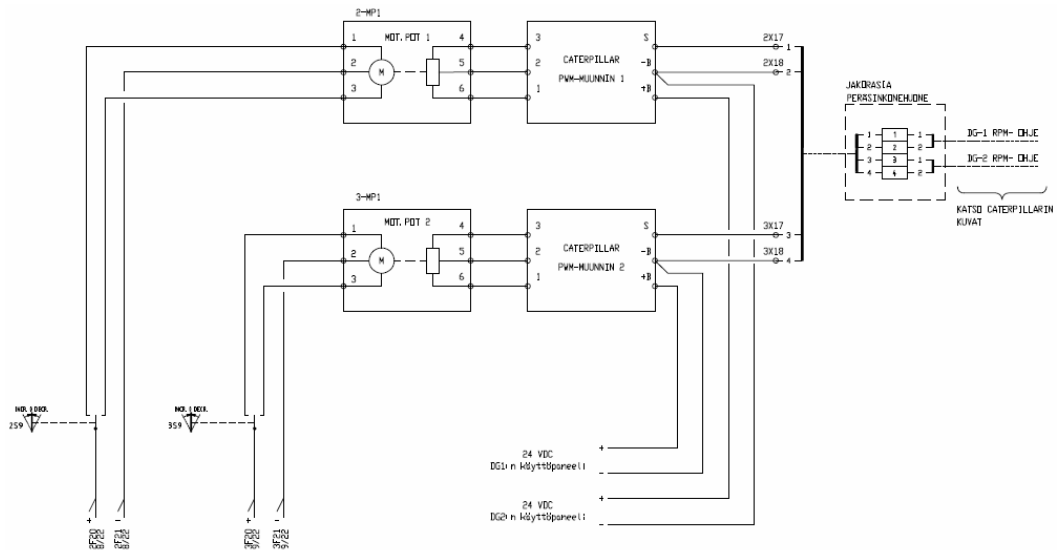
Ohjaus on täytynyt tehdä logiikalla tai vaihtoehtoisesti aikareleillä, koska generaattorisuojan katkaisijan ohjauskärkiä on vain yksi. Logiikan saadessa kiinni-ohjaus käskyn logiikan sisäinen kosketin Q1 sulkeutuu. Maistasyöttökontaktorin 1K1 tulee olla auki-asennossa, jotta logiikan kiinniohjaus pulssi pääsee generaattorikatkaisijalle. Generaattorikatkaisijan ohjautuessa kiinni-asentoon vaihtaa generaattorikatkaisijan sisäinen kosketin OF1 tilaa ja kontaktori 2K1 vetää, jolloin katkaisijan kiinnimerkkivalo 2H1 syttyy ja aukimerkkivalo 2H0 sammuu. Generaattorikatkaisijan auki-ohjaus tapahtuu vastaavanlaisesti painamalla generaattorisuojan GB-painiketta ja logiikan ohjaamana.

Siemensin logiikassa oleva ohjelma toimii seuraavalla tavalla. Jännitteen kytkeytyessä logiikkaan nollautuu logiikka automaattisesti. Logiikkaa ohjataan vain yhdestä napista, joka sijaitsee generaattorisuojassa. Generaattorisuojasta tuleva kiinni-ohjaus -käsky ohjautuu logiikan sisääntuloon I1, jolloin käynnistyy 2 s kiinni-ohjauspulssi B001. Tällöin ulostulo Q1 ohjaa generaattorikatkaisijan kiinni. Auki-ohjaus tapahtuu, kun generaattorisuojasta painetaan katkaisija auki. Logiikan sisääntulo muuttuu silloin nolllaksi. Tällöin B004 muuttaa nollan ykköseksi ja B007:n kautta käynnistyy 2 s auki-ohjauspulssi B002. Tällöin ulostulo Q2 ohjaa generaattorikatkaisijan auki.



Kuva 9 Siemensin logoon ohjelmoitu logiikka ohjelma

Generaattoria kytkettäessä toisen generaattorin kanssa rinnakkain, täytyy se ensin tahdistaa. Generaattorien kierrosluvun säädön sähkökytkentä on esitetty kuvassa 10. Generaattori saadaan tahdistettua verkkoon säätämällä dieselgeneraattorin kierrosnopeutta tahdistuskytkimistä 2S9 ja 3S9. Tahdistuskytkimet ohjaavat motorisoituja säätöpotentioetrejä 2MP1 ja 3MP1. Caterpillarin dieselmoottorien kierrosluvun säätö tapahtuu PWM-signaalien avulla, joten dieselmoottorien ja potentiometriä väliin täytyi asentaa Caterpillarin PWM-muuntimet. Kierrosluvun säädön, moottorin pään kytkennät ja ohjelmoinnin suoritti moottori toimittaja.

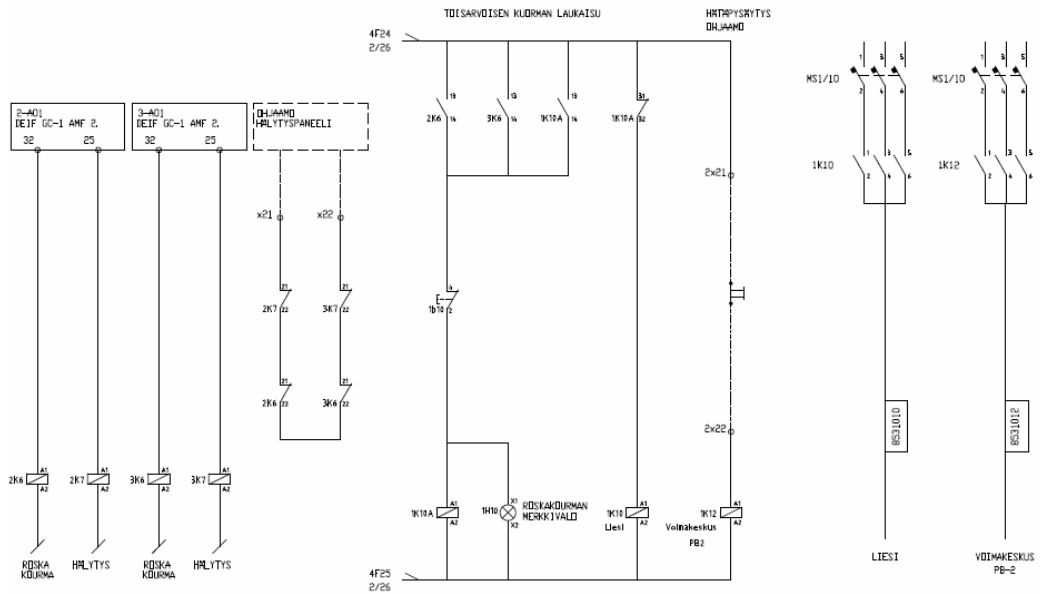


Kuva 10 Sähköpiirustus dieselgeneraattorin nopeuden säädöstä

Generaattorisuojat mittaavat jatkuvasti kuormitusvirtaa. Tämän ylittäessä ohjelmoidun virtarajan 80 % nimellisestä virrasta, käynnistyy generaattorisuojan ajastin. Kuormitusvirran ollessa yli 80 % nimellisestä virrasta yli 30 s:n ajan, ohjaa generaattorisuoja kontaktoria 2K6 tai 3K6, riippuen siitä kummasta generaattorisuojasta on kyse.

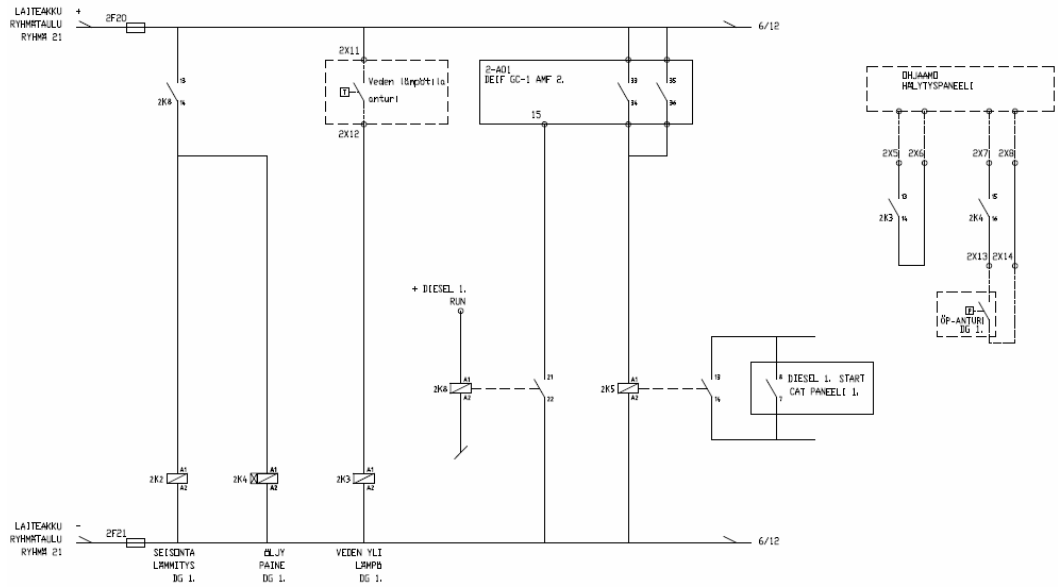
Toisarvoisen kuorman laukaisun kytkennät on esitetty kuvassa 11. Kontaktoreista 2K6 tai 3K6 kumman tahansa mennessä vetäneeseen tilaan alkaa myös 1K10A kontaktori vetää, joka saa itsepitopiirin kärkein 13-14 kautta. Samalla myös toisarvoisen kuorman, eli niin sanotun roskakuorman, laukeamisen merkkivalo 1H10 syttyy. Kontaktori 1K10A vetäessä aukeaa kontaktori 1K10, joka on varsinaisen roskakuorman kontaktori. Roskakuormaksi on tässä aluksessa kytketty keittiön liesi.

Kuormitusvirran laskettua takaisin normaalille tasolle, eli alle 80 % nimellisestä virrasta, voidaan toisarvoinen kuorma kytkeä takaisin manuaalisesti painamalla painonappia 1b10. Tämä katkaisee kontaktori 1K10A itsepitopiirin. Roskakuorman laukeamisesta antaa generaattorisuojat tiedon liittimistä 25, jotka ohjaavat kontaktoreita 2K7 ja 3K7. Näistä kontaktoreista välittyy tieto aluksen omaan hälytysjärjestelmään. Ohjaamosta voidaan katkaista voimakeskus PB-2:n syöttö kontaktorin 1K12 välityksellä.



Kuva 11 Sähköpiirustus toisarvoisen kuorman laukaisusta

Dieselgeneraattoria käynnistäessä tai automaattisesti ST-BY dieselgeneraattorin käynnistyessä ohjautuu generaattorisuojan apukoskettimet 33-31 tai 35-36 kiinni-asentoon, riippuen kumpi käynnistys on kyseessä manuaalinen vai automaattinen (katso kuva 12). Tällöin 2K5-kontaktori vetää, kontaktorin kärjet 13-14 sulkeutuvat ja dieselgeneraattori käynnistyy. Dieselgeneraattori saadaan käynnistettyä myös manuaalisesti Caterpillarin omasta käyttöpaneelistä. Dieselgeneraattorin käydessä saadaan ohjattua 2K8-kontaktoria. Tällöin seisontalämmitys kytkeytyy pois päältä, jos se on kytketty päälle kytkimestä B2. Kytkin B2 näkyy sähköpiirustuksissa liitteen 1 sivulla 10.



Kuva 12 Sähköpiirustus dieselin seisontalämmityksestä, hälytyksistä ja käynnistyksestä

Moottorin jäähdytysveden lämpötilan noustessa liikaa reagoi jäähdytysveden lämpötila-anturi, jolloin anturin kosketin sulkeutuu, 2K3-kontaktorin 13-14 kärki sulkeutuu ja hälytys kytkeytyy päälle. Moottorin käydessä tulee öljynpaineesta vastaavasti hälytys ohjaamoon. Öljynpaineen kontaktori on vetohidastettu, koska muuten öljynpaineen anturi reagoisi liian nopeasti dieselmoottorin käynnistys tilanteessa.

Liitteen 1 sähköpiirustusten sivuilla 11...13 on esitetty päätaulun muita asioita, joihin ei juuri muutoksia tarvinnut tehdä dieselgeneraattorien vaihdon yhteydessä. Sähköpiirustusten sivulla 11 on esitetty tahdistukseen liittyvä valinta ja tahdistuksen toteamiseen tarvittavat mittaristot. Liitteen sivulla 12 on aluksen valaistusmuuntajien virtamittaus ja eristysvastusmittauksen komponentit. Liitteen sivulla 13 on maistasyöttöliitäntä ja siihen liittyvät mittaukset. Liitteessä 2 on muutostyössä käytettyjen komponenttien materiaaliluettelo.

6 KÄYTTÖÖNOTTO

Ennen koko järjestelmän käyttöönottoa tulee sen sähkölaitteet testata.

Eristysvastuksen mittausta on tehtävä tarkoitukseen tehdyllä mittarilla ja käyttämällä 1000 V tasajännitettä. Kaikki generaattorikoneikot ja niiden kytkintaulut tulee koekäyttää. Tällöin voidaan todeta, että seuraavat suojaustoiminnot toimivat vaadituissa ajoissa:

- 110 % ylijännite 10 s
- 110 % ylijännite 5 s
- 90 % alijännite 5 s
- 110 % ylitaajuus 10 s
- 90 % alitaajuus 10 s

6.1 Testaus

Testaus eli laiturikokeet tehtiin osittain simuloimalla, koska laivan omilla sähkökuormilla ei saatu riittävää kuormitusta ylivirran toteuttamiseksi. Ylivirrat simuloitiin eräänlaisella koestuslaitteistolla (virtaprässi) (katso kuva 6).

Virtaprässistä pystytään syöttämään säädettävissä oleva 0...5 A virta järjestelmään.



Kuva 13 Ylivirran simulointilaite

Järjestelmän kaapeli virtamuuntajien ollessa 80 / 5 A, voidaan virtaprässistä syöttää suoraan virtaa virtamuuntajien ohi generaattorisuojille. Generaattorin nimellisvirta on 63 A. Esimerkiksi 110 % ylivirta voidaan simuloimalla testata, 110 %:n ylivirta on noin 69 A, jolloin virtaprässin virta-asetteluun valitaan 4,3 A vääntämällä virtaprässin säätönupeista. Virtaprässi kytketään virtamuuntajien toisiopuolelta lähteviin johtimiin ja virtamuuntajan toisiopuoli kytketään johtimista irti. Näin pystytään ilman varsinaista kuormaa testaamaan generaattorisuojia.

6.2 Laiturikokeet

Asennustarkastus:

Asennustarkastuksessa tarkastetaan kaapelien läpiviennit, kaapelien ja johtimien kiinnitys, kosketussuojaus sekä laitteistojen turvallinen asennus.

OK

Generaattoreiden eristysvastusten mittaus kylmänä:

Generaattoreiden eristysvastukset mitataan kylmälle koneelle maata vasten ja vaiheiden väliltä, joka vaiheesta ja kaikilla generaattoreilla siten että jännitteensäätäjä on kytkettynä irti. Mittaus suoritetaan myös kuormitusajon jälkeen, jolloin generaattori on lämmin.

Vaiheet	DG 1.	DG 2.
L1 - runko	>100 MΩ	>100 MΩ
L2 – runko	>100 MΩ	>100 MΩ
L3 – runko	>100 MΩ	>100 MΩ
L1 - L2	>100 MΩ	>100 MΩ
L1 - L3	>100 MΩ	>100 MΩ
L2 - L3	>100 MΩ	>100 MΩ

Kuormitusajo:

Kuormitusajossa generaattoreita ajetaan ensin vakiokuormalla n. 20 %:n

kuormitus. Vakiokuorma-ajon jälkeen kuormitusta lisätään 50 %:iin ja 100 %:iin.

Jokainen kuormitusajo kestää 15 minuuttia, jolloin otetaan mittaustulokset ylös.

- 20 %:n kuormitus 15 minuutin ajan

	DG 1.	DG 2.
virta	20 A	14 A
pätöteho	7,2 kW	5,0 kW
jännite	403 V	402 V
taajuus	50,2 Hz	50,2 Hz

- 50 %:n kuormitus 15 minuutin ajan

	DG 1.	DG 2.
virta	35 A	31 A
pätöteho	20,3 kW	18,6 kW
jännite	399 V	400 V
taajuus	50,1 Hz	50,0 Hz

- 100 %:n kuormitus 15 minuutin ajan

	DG 1.	DG 2.
virta	62 A	66 A
pätöteho	33,2 kW	33,4 kW
jännite	395 V	397 V
taajuus	50,0 Hz	49,9 Hz

Generaattoreiden eristysvastusten mittaus lämpimänä

Vaiheet	DG 1.	DG 2.
L1 - runko	>100 MΩ	>100 MΩ
L2 – runko	>100 MΩ	>100 MΩ
L3 – runko	>100 MΩ	>100 MΩ
L1 – L2	>100 MΩ	>100 MΩ
L1 – L3	>100 MΩ	>100 MΩ
L2 – L3	>100 MΩ	>100 MΩ

Tarkastetaan generaattoreiden jännitealue

DG 1. OK

DG 2. OK

Tarkastetaan dieselmootoreiden käyntinopeuden kauko-ohjaus.

Tarkastetaan seuraako dieselmootorin käyntinopeus säätökytkintä.

DG 1. OK

DG 2. OK

Tarkastetaan generaattoreiden suojien toiminta-ajat.

Tarkastetaan toimiiko generaattorisuojat seuraavissa kohteissa vaadituissa rajoissa ja ajoissa.

	DG 1.	DG 2.
-5 % takateho	10 s	10 s
110 % ylivirta	10 s	10 s
110 % ylijännite	5 s	5 s
90 % alijännite	5 s	5 s
110 % ylitaajuus	10 s	10 s
90 % alitaajuus	10 s	10 s

Kaikki generaattorisuojan suojaukset toimivat vaadituissa ajoissa.

Tarkastetaan toisarvoisten kuormien laukaisun toiminta.

Toisarvoisten kuormien tulisi kytkeytyä pois, kun on ollut jatkuva yli 80 %:n kuormitus on kestänyt 30 sekunnin ajan.

DG 1. OK

DG 2. OK

Hälytyksien testaus.

Tarkastetaan tuleeko seuraavista tilanteista generaattorin summahälytys.

	DG 1.	DG 2.
takateho	OK	OK
ylivirta	OK	OK
ylijännite	OK	OK
alijännite	OK	OK
ylitaajuus	OK	OK
alitaajuus	OK	OK
toisarvoinen kuorma	OK	OK

Dieselgeneraattoreiden tahdistuksen testaus:

Käynnistetään DG 1. ja kytketään se päätauluun. Käynnistetään DG 2. ja säädetään sen kierrosluku sopivaksi. Annetaan tahdistuskäsky ja katsotaan että DG 2 kytkeytyy. DG 1:n tahdistus testataan samalla tavalla.

DG 1. OK

DG 2. OK

Rinnankäyttökoe suoritetaan 60 %:n kuormalla. Pätö- ja loiskuorman tulisi jakautua generaattoreiden kesken 10 %:n tarkkuudella.

DG 1. OK

DG 2. OK

Black out -testi:

Kytetään apugeneraattori 1. stand-by -tilaan ja avataan maistasyötön katkaisija, jolloin DG 1. käynnistyy ja kytkeytyy verkkoon. Samoin tehdään, kun maistasyötön sijasta DG 2. on kytkettynä verkkoon ja tämä kytetään irti verkosta, jolloin DG 1. kytkeytyy verkkoon. Samat testit tehdään kun DG 2. on stand-by -tilassa.

DG 1. OK

DG 2. OK

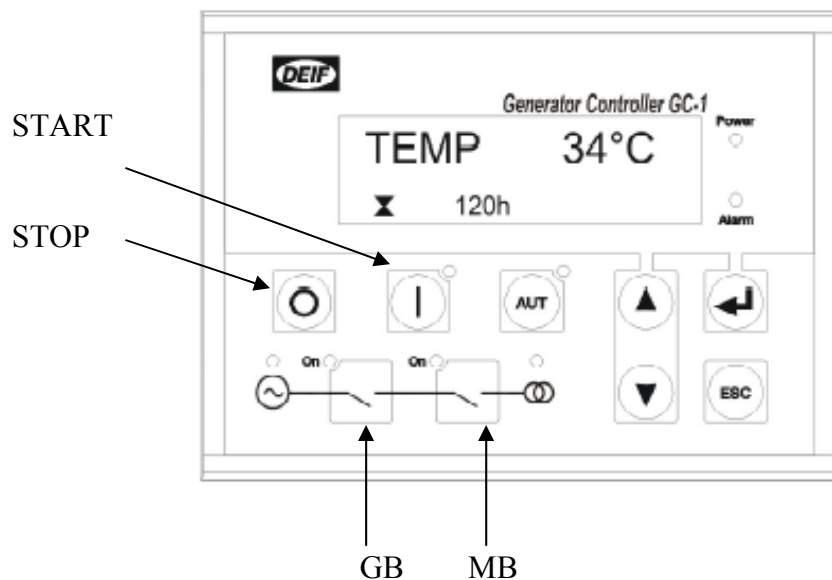
6.3 Käytön opastus

- Yleistä

Sähköpääkeskusta syöttää kaksi samanlaista generaattoria, joiden teho on 35 kW. Generaattoreita voidaan ajaa rinnan ja kumpi tahansa generaattori voi toimia stand-by -koneena toisen generaattorin käydessä, tai maistasyötön ollessa kytkettynä.

- Generaattorisuoja Deif GC-1

Generaattorisuojan ohjelmoiminen tapahtuu pääasiallisesti PC:n avulla. PC:n liittämiseksi deif:iin tarvitaan laitteiden väliin muunnin. Deifin parametrien muutos ei ole tarpeen normaaleissa käyttöolosuhteissa. Generaattorisuojasta pystyy selaamaan generaattorin ja kiskon jännite-, virta- ja tehoarvoja nuolinäppäimiä painamalla. Alla olevassa kuvassa 14 on Deif GC-1 generaattorisuojan etupaneeli.



Kuva 14 Deif GC-1 generaattorisuojan etupaneeli.

Joitakin parametreja voidaan muuttaa myös suoraan käyttöliittymästä.

Nuolinäppäimiä painelemalla päästään kohtaan parameter, jonka jälkeen painetaan ↵ nappia. Näitä parametreja päästään muuttamaan, kun annetaan pyydetty salasana service 1999 tai customer 2000. Nuolinäppäimillä valitaan haluttu arvo ja hyväksytään se painamalla ↵ nappia. Valikoissa päästään siirtymään takaisinpainamalla ESC-nappia.

Hälytyksen tultua alkaa alarm-valo vilkkua. Hälytyksen kuittaus tapahtuu painamalla ↵ näppäintä, jonka jälkeen tullut hälytys voidaan käydä lukemassa alarm-valikosta. Generaattorisuojasta kuitattu hälytys ei kuittaa laivan hälytysjärjestelmään mennyttä hälytystä, eikä päinvastoin.

- Dieselmoottorin käynnistys ja pysäytys

Dieselmoottorin käyttö tapahtuu pääasiallisesti Deifin käyttöpaneelistä.

Dieselmoottori käynnistetään manuaalisesti painamalla Deifin paneelista START-nappia. Dieselmoottori saadaan manuaalisesti käynnistettyä, kun ollaan LOCAL-tilassa eli AUT-valo ei pala. Jos ollaan automaattitilassa, päästään LOCAL-tilaan painamalla AUT-näppäintä.

Kun dieselmoottori on käynnistynyt, käynnistystieto näkyy START-napin kohdalla olevasta valosta. Pysäytys tapahtuu vastaavasti STOP-napista. Pysäytyskäsken jälkeen dieselmoottori suorittaa jäähdytysajan noin kolmen minuutin ajan, jonka jälkeen se sammuu. Caterpillarin oman käyttöpaneelin START- / STOP-kytkintä käytettäessä, Deifistä ei pysty sammuttamaan moottoria. Caterpillarin START- / STOP-kytkin tulee näin ollen olla STOP-asennossa, kun käytetään Deifiä moottorin ohjaukseen.

- Katkaisijoiden ohjaus

Katkaisijoiden ohjaus on suositeltava tehtäväksi Deifin käyttöpaneelistä GB-napista. Tällöin generaattorin suojaukset kytkeytyvät päälle, koska ne ovat ohjelmoitu Deifin parametreihin. Jos katkaisijoiden manuaalinen käyttö tapahtuu

vanhoista käyttönapeista, on muistettava kiinniajon jälkeen, että generaattorisuojaukset on laitettava päälle GB-napista. Sen valo syttyy silloin, kun suojaukset toimivat. Katkaisijoiden ohjaus tapahtuu molemmille katkaisijoille omista generaattorisuojista ja Deifissä oleva toinen katkaisijanappi MB on ylimääräinen tässä sovelluksessa.

Ennen kuin katkaisija ohjataan kiinniasentoon, täytyy tahdistuksen valintakytkimestä valita kyseessä oleva generaattori, joka tahdistetaan verkkoon. Tahdistuksen valintakytkimen ollessa väärässä asennossa on generaattorikatkaisijan kiinnimen estetty.

- Generaattorin tahdistus laivan verkkoon

Generaattoreiden kierrosnopeutta voidaan säätää motorisoiduilla potentiometreillä, joita ohjataan taulussa olevilla kytkimillä. Tahdistettaessa generaattori laivan verkkoon, valitaan tahdistuksen valintakytkimellä tahdistettava generaattori, jonka jälkeen säädetään generaattorin taajuus vastaamaan laivan verkkoa. Tahdistusta pystyy seuraamaan synkronoskoopista, joka näyttää pyörimisnopeuden eron.

Synkronoskoopissa on punaisia led-lamppuja, jotka pyörivät. Valojen pyöriessä myötäpäivään tahdistettavan generaattorin pyörimisnopeus on liian suuri ja vastaavasti valojen pyöriessä vastapäivään on pyörimisnopeus liian pieni. Pyörimisnopeutta säädetään manuaalisesti asteittain säätökytkimestä. Tahdistus on säädetty oikein, kun synkronoskoopin pyörimisnopeus on riittävän hidasta. Tällöin vielä pitää tarkastaa, että kiskoston jännite vastaa tahdistettavan generaattorin jännitettä. Tämän jälkeen voidaan generaattorin katkaisija ohjata kiinni.

- Stand-by -valmius

Diesलगeneraattori, jonka halutaan toimivan stand-by -koneena, valitaan generaattorisuojan käyttöpaneelistä painamalla AUT-nappia, jolloin AUT-napin merkkivalo syttyy. Automaatilla oleva kone tarkkailee laivan verkon kiskojännitettä. Kiskon jännitteen poistuessa käynnistyy stand-by -valmiudessa

oleva kone. Mikäli generaattorin jännite ja taajuus ovat vaadituissa rajoissa, kytkeytyy katkaisija kiinniasentoon. Generaattorisuoja tarkkailee kiskojännitettä vajaan kolmen tunnin välein, jolloin se ohjaa katkaisijan auki ja jännitteen ollessa poissa kiskosta kytkin ohjautuu välittömästi takaisin kiinniasentoon. Jos halutaan, että stand-by -kone ei tarkkaile kiskostoa käynnistymisen jälkeen, täytyy generaattorisuoja asettaa LOCAL-tilaan painamalla AUT-nappia, jolloin tämän merkkivalo sammuu.

- Generaattorien rinnankäyttö

Generaattorit saadaan rinnakkain tahdistamalla ne keskenään. Molempien generaattorisuojien täytyy olla LOCAL-asennossa. Toisen generaattorin syöttäessä verkkoon tehoa tahdistetaan tyhjäkäyvä generaattori verkkoon kääntämällä synkronointikytkin oikeaan asentoon riippuen siitä kumpaa tahdistetaan. Tämän jälkeen tahdistetaan normaalisti generaattori verkkoon säätökytkimiä käyttäen ja ohjataan katkaisija kiinni, kun generaattori on tahdissa toisen generaattorin kanssa.

Siirryttäessä rinnankäytöstä saarekekäyttöön ohjataan toisen generaattorin teho manuaalisesti alas. Tämän jälkeen avataan alas ajetun generaattorin katkaisija manuaalisesti.

- Suojauksien toiminta

Oikosulkusuojaus on sisällytetty generaattorikatkaisijaan. Katkaisijan oikosulkusuojaus on säädetty $3 \cdot I_n$, eli nimellisen virran ollessa 64 A on oikosulkusuojaus säädetty 192 A:iin.

Generaattorin muut suojaukset on ohjelmoitu generaattorisuojan parametreihin. Jokaisesta suojauksesta tulee generaattorin summahälytys ja ohjaus katkaisijan auki-ajolle.

Alapuoolella on lueteltu suojauksien rajat:

- Takatehon laukaisu tapahtuu kun teho on -5 % yhtäjaksoisesti nimellisestä tehosta yli 10 sekunnin ajan.
- Ylivirran laukaisu tapahtuu, kun virta on yli 110 % yhtäjaksoisesti nimellisestä virrasta yli 10 sekunnin ajan.
- Ylijännitelaukaisu tapahtuu, kun jännite on yli 115 % yhtäjaksoisesti nimellisestä jännitteestä yli 10 sekunnin ajan.
- Alijännitelaukaisu tapahtuu, kun jännite on alle 90 % yhtäjaksoisesti nimellisestä jännitteestä yli 5 sekunnin ajan.
- Ylitaajuuslaukaisu tapahtuu, kun taajuus on yli 110 % yhtäjaksoisesti nimellisestä taajuudesta yli 10 sekunnin ajan.
- Alitaajuuslaukaisu tapahtuu, kun taajuus on alle 90 % yhtäjaksoisesti nimellisestä taajuudesta yli 5 sekunnin ajan.

Toisarvoisten kuormien laukaisusta tulee myös summahälytys. Toisarvoiset kuormat laukeavat pois, kun teho on yhtäjaksoisesti 30 sekuntia yli 80 % nimellisestä. Toisarvoisia kuormia ovat muun muassa kiuas ja hella.

- Dieselmoottorien suojaus

Dieselmoottorien suojauksia ei ole ohjattu deif GC-1:lle, vaan ne ovat Caterpillarien omissa yksiköissään. Moottorien öljynpaineesta ja jäähdytysveden lämpötilasta on viety hälytykset ohjaamoon.

LÄHTEET

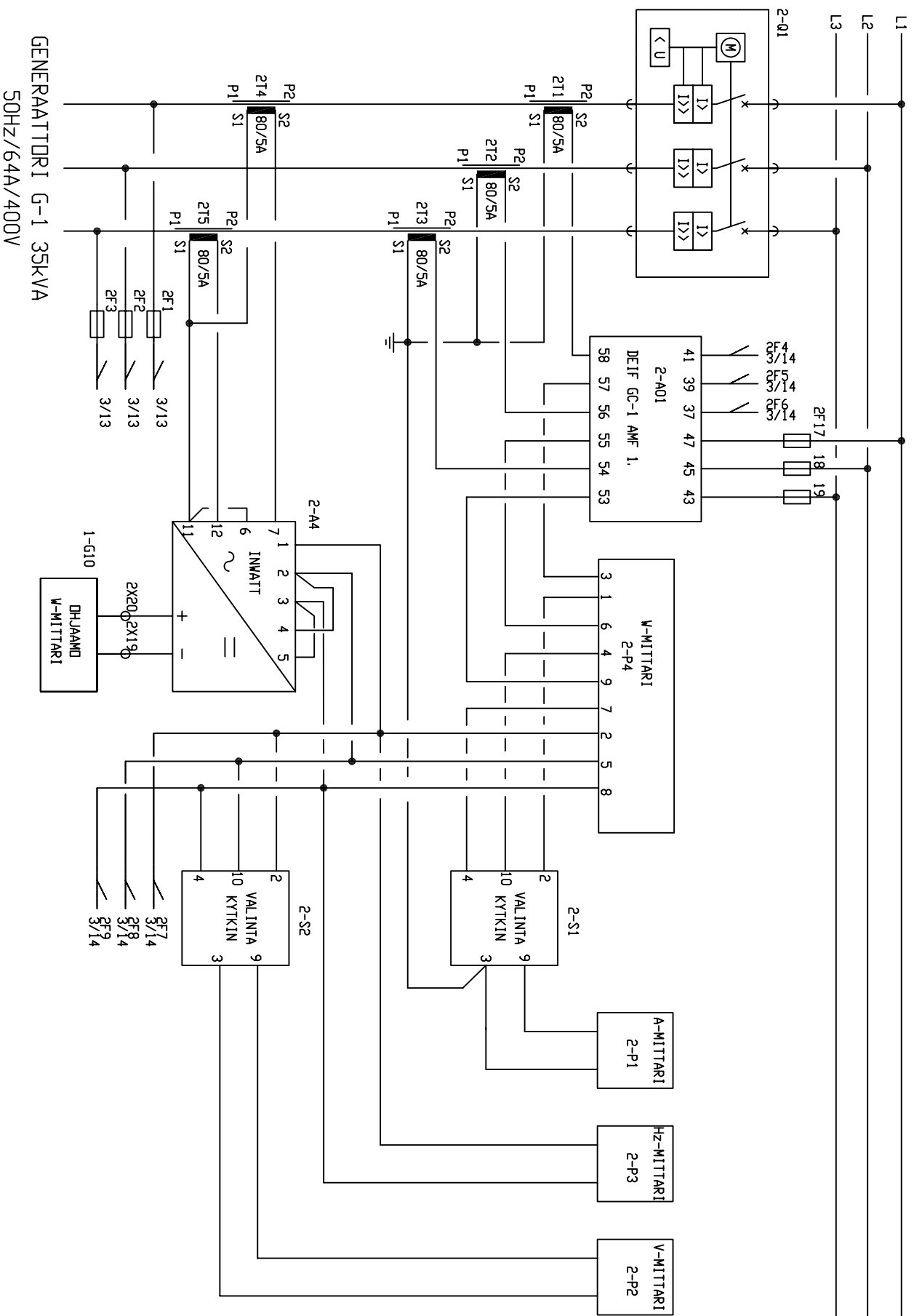
- /1/ Merivoimien alusten vahvavirtamääräykset 1997
- /2/ Det Norske Veritas 2004, Rules for classification of ships / high speed, light craft and naval surface craft, Part 4 Chapter 8: Electrical installations
- /3/ <http://.helkamabica.fi/pdf/TechnicalInfo.pdf>

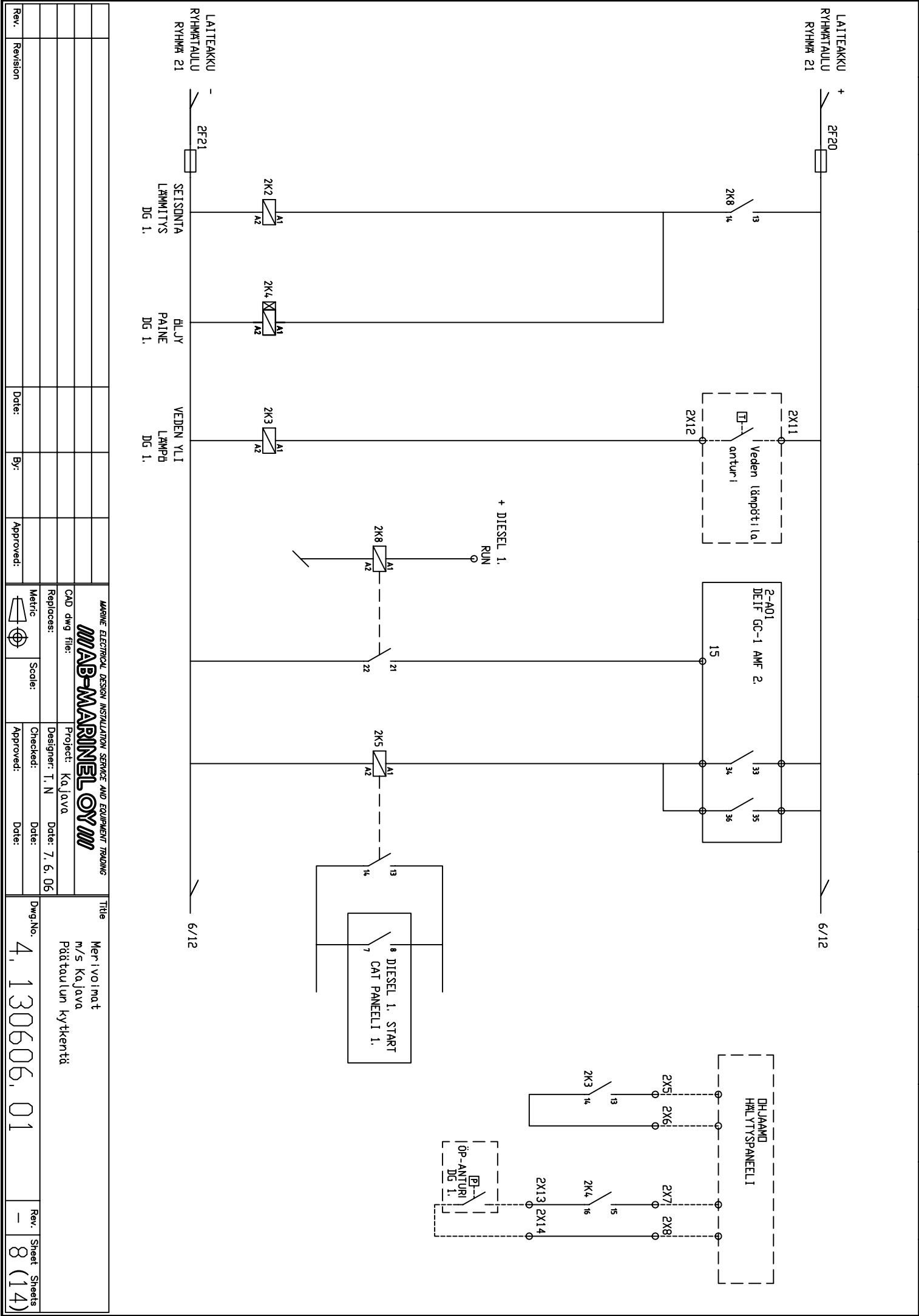
LIITTEET

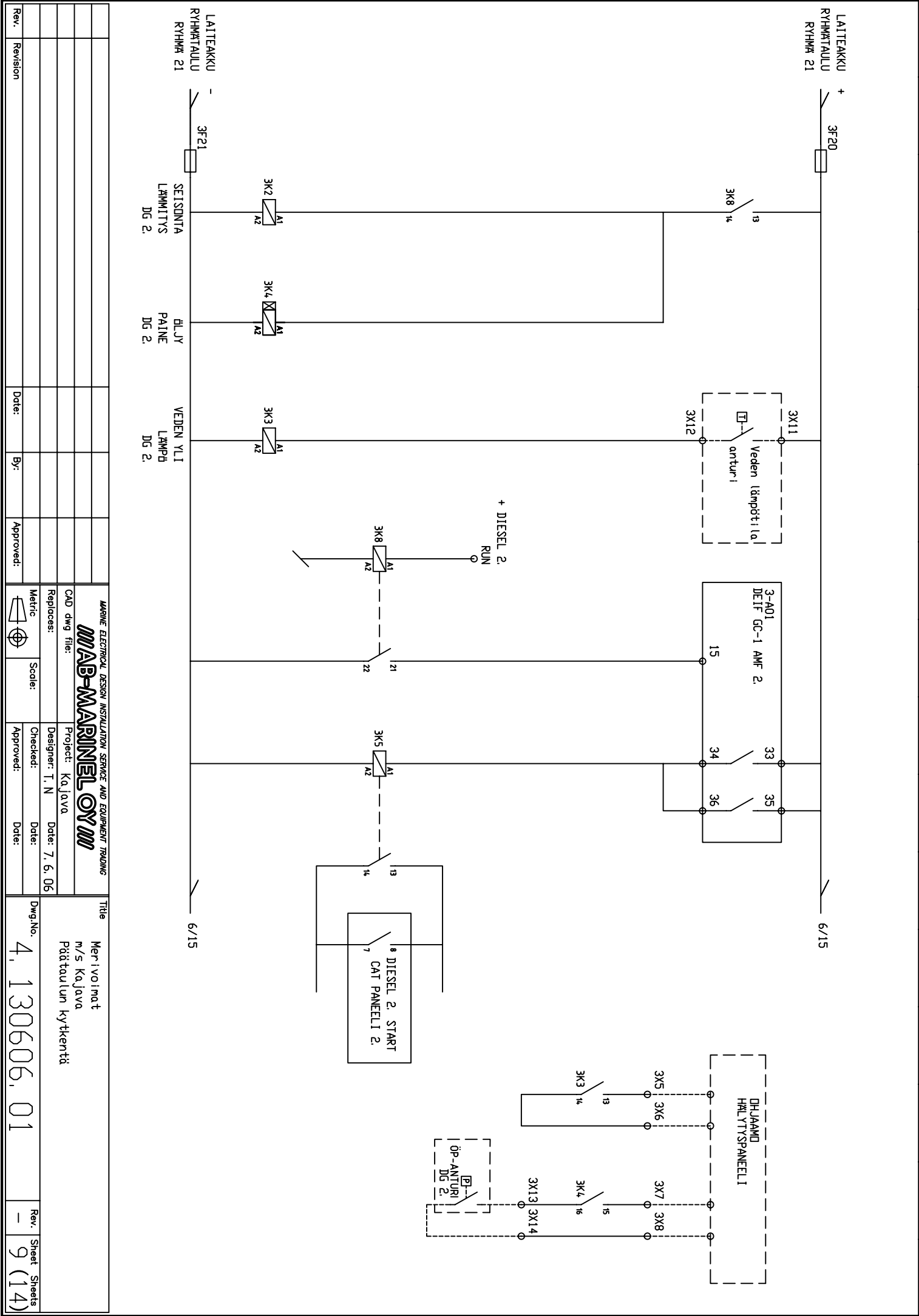
1. Sähköpiirustukset
2. Materiaaliluettelo
3. Generaattorisuojien parametrit

400V 50HZ

GENERAA TTORI
KATKAISI JA
NS100L

[illegible]





[illegible]

Customer
Project
Document No

Merivoimat
m/s Kajava
4.130606.01

Design: T.N
Date: 7.6.2006
Rev: A

[illegible]

Parameters



Channel	Name	Value	Timer	Output A	Output B	Enabled	High alarm
1000	Gen-set mode	1	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
1090	Reverse power	-5%	10	2	0	<input checked="" type="checkbox"/> ON	
1100	Overcurrent 1	110%	10	2	0	<input type="checkbox"/> RUN	
1110	Overcurrent 2	80%	30	3	2	<input type="checkbox"/> RUN	
1120	Overvoltage	110%	5	2	0	<input type="checkbox"/> RUN	
1130	Undervoltage	90%	5	2	0	<input type="checkbox"/> RUN	
1140	Overfrequency	110%	10	2	0	<input type="checkbox"/> RUN	
1150	Underfrequency	90%	10	2	0	<input type="checkbox"/> RUN	
1341	Multiinput config 1	0	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
1342	Multiinput config 2	0	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
1343	Multiinput config 3	0	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
1344	Unit	0	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
1350	Oil pressure 2.1	4bar	5	0	0	<input type="checkbox"/> OFF	<input type="checkbox"/>
1360	Oil pressure 2.2	4bar	5	0	0	<input type="checkbox"/> OFF	<input type="checkbox"/>
1367	Oil pressure type	1	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
1370	Water temp 3.1	95C	5	0	0	<input type="checkbox"/> OFF	<input checked="" type="checkbox"/>
1380	Water temp 3.2	95C	5	0	0	<input type="checkbox"/> OFF	<input checked="" type="checkbox"/>
1387	Water temp type	1	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
1390	Fuel level 1.1	10%	5	0	0	<input type="checkbox"/> OFF	<input type="checkbox"/>
1400	Fuel level 1.2	99%	5	0	0	<input type="checkbox"/> OFF	<input checked="" type="checkbox"/>
1410	Fuel level 1.3	80%	5	0	0	<input type="checkbox"/> OFF	<input type="checkbox"/>
1417	Fuel level type	1	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
1420	Overspeed 1	1900RPM	15	0	0	<input type="checkbox"/> OFF	
1430	Overspeed 2	1900RPM	15	0	0	<input type="checkbox"/> OFF	
1440	V-Belt	N/A	1	0	0	<input type="checkbox"/> OFF	
1450	Charger Gen	N/A	10	0	0	<input type="checkbox"/> OFF	
1460	Emergency stop	N/A	0,2	0	0	<input type="checkbox"/> OFF	
1700	Digital input 1	N/A	10	0	0	<input checked="" type="checkbox"/> ON	<input checked="" type="checkbox"/>
1710	Digital input 2	N/A	10	0	0	<input type="checkbox"/> OFF	<input checked="" type="checkbox"/>
1720	Digital input 3	N/A	10	0	0	<input type="checkbox"/> OFF	<input checked="" type="checkbox"/>
1730	Digital input 4	N/A	10	0	0	<input type="checkbox"/> OFF	<input checked="" type="checkbox"/>
1740	Digital input 5	N/A	10	0	0	<input type="checkbox"/> OFF	<input checked="" type="checkbox"/>
1750	Digital input 6	N/A	10	0	0	<input type="checkbox"/> OFF	<input checked="" type="checkbox"/>
1860	Run status	N/A	5	0	0	<input type="checkbox"/> OFF	
1870	D+ input	N/A	1	0	N/A	<input checked="" type="checkbox"/> ON	<input type="checkbox"/>
1880	Fuel pump setpoint 1	20%	60	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
1882	Fuel pump setpoint 2	90%	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4011	Nom. settings 1 - f	50Hz	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	

Channel	Name	Value	Timer	Output A	Output B	Enabled	High alarm
4012	Nom. settings 1 - P	35kW	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4013	Nom. settings 1 - I	64A	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4014	Nom. settings 1 - U	400V	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4021	Nom. settings 2 - f	50Hz	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4022	Nom. settings 2 - P	35kW	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4023	Nom. settings 2 - I	64A	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4024	Nom. settings 2 - U	400V	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4051	Transformer U pri G	400V	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4052	Transformer U sec G	400V	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4053	Transformer I pri G	80A	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4054	Transformer I sec G	5A	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4061	Transformer U pri BB	400V	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4062	Transformer U sec BB	400V	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4121	Running time	12	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4122	Nbr of GB operations	50	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4123	Nbr of MB operations	14	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4124	Reset kWh counter	N/A	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4220	Battery low	22V	10	0	0	<input checked="" type="checkbox"/> ON	
4230	Battery high	28V	10	0	0	<input checked="" type="checkbox"/> ON	
4240	Language	1	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4341	Tacho - run setpoint	300RPM	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4342	Tacho - teeths	0	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4351	Start prepare	0	0	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4352	Start ON	N/A	30	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4353	Start OFF	N/A	5	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4360	Idle mode	1	5	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4370	Start attempts	3	N/A	0	0	<input type="checkbox"/> OFF	
4380	Hz/V OK	N/A	2	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4382	Hz/V voltage	10%	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4383	Hz/V frequency	3Hz	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4391	Hz/V failure	N/A	30	0	0	<input checked="" type="checkbox"/> ON	
4401	Cooldown	N/A	180	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4402	Extended stop	N/A	5	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4410	Stop fail	N/A	70	0	0	<input type="checkbox"/> OFF	
4422	Mains OK U	N/A	9900	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4423	Mains failure U low	90%	2	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4424	Mains failure U high	110%	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4425	Mains failure contr.	1	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4432	Mains OK f	N/A	9900	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4433	Mains failure f low	97%	2	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4434	Mains failure f high	103%	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	

Channel	Name	Value	Timer	Output A	Output B	Enabled	High alarm
4442	MB control delay	N/A	0,5	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4443	MB sign on delay	N/A	1	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4444	MB sign off delay	N/A	1	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4451	GB control delay	N/A	0,5	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4452	GB sign on delay	N/A	1	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4453	GB sign off delay	N/A	1	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4460	Alarm horn	N/A	15	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4610	Relay 1 settings	2	0	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4620	Relay 2 settings	1	0	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4630	Relay 3 settings	2	0	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4640	Relay 4 settings	1	0	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4650	Relay 5 settings	1	0	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4791	GSM pincode	0	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4792	+4511223344	N/A	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	<input type="checkbox"/>
4793	+4511223344	N/A	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	<input type="checkbox"/>
4794	+4511223344	N/A	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	<input type="checkbox"/>
4795	+4511223344	N/A	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	<input type="checkbox"/>
4796	+4519293344	N/A	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	<input type="checkbox"/>
4800	Sleepmode settings	N/A	600	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4911	Servicetimer 1 en	1	N/A	N/A	N/A	<input checked="" type="checkbox"/> ON	
4912	Servicetimer 1, hour	150	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4913	Servicetimer 1, days	365	N/A	0	N/A	<input checked="" type="checkbox"/> ON	
4916	Servicetimer 1 reset	N/A	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4921	Servicetimer 2 en	2	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4922	Servicetimer 2, hour	16	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4923	Servicetimer 2, days	40	N/A	0	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
4926	Servicetimer 2 reset	N/A	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
5010	Fuel level 0%	10Ohm	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
5011	Fuel level 40%	20Ohm	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
5012	Fuel level 50%	30Ohm	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
5013	Fuel level 60%	40Ohm	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
5014	Fuel level 70%	50Ohm	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
5015	Fuel level 80%	60Ohm	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
5016	Fuel level 90%	70Ohm	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
5017	Fuel level 100%	80Ohm	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
5020	Oilpressure 0.0bar	30Ohm	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
5021	Oilpressure 2.5bar	60Ohm	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
5022	Oilpressure 5.0bar	90Ohm	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
5023	Oilpressure 6.0bar	120Ohm	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
5024	Oilpressure 7.0bar	150Ohm	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
5025	Oilpressure 8.0bar	180Ohm	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	

Channel	Name	Value	Timer	Output A	Output B	Enabled	High alarm
5026	Oilpressure 9.0bar	210Ohm	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
5027	Oilpressure 10.0bar	240Ohm	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
5030	Water temp 0 C	40Ohm	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
5031	Water temp 40 C	80Ohm	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
5032	Water temp 60 C	120Ohm	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
5033	Water temp 80 C	180Ohm	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
5034	Water temp 90 C	200Ohm	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
5035	Water temp 100 C	240Ohm	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
5036	Water temp 120 C	280Ohm	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
5037	Water temp 150 C	320Ohm	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
9000	Password - customer	*****	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	
9001	Password - service	*****	N/A	N/A	N/A	<input type="checkbox"/> OFF	